

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-340979

(43)Date of publication of application : 11.12.2001

(51)Int.Cl.

B23K 26/00  
B23K 26/04  
B23K 26/08

(21)Application number : 2000-201774

(71)Applicant : TOYOTA AUTO BODY CO LTD

(22)Date of filing : 04.07.2000

(72)Inventor : KITAYAMA KOJI

(30)Priority

Priority number : 2000093524

Priority date : 30.03.2000

Priority country : JP

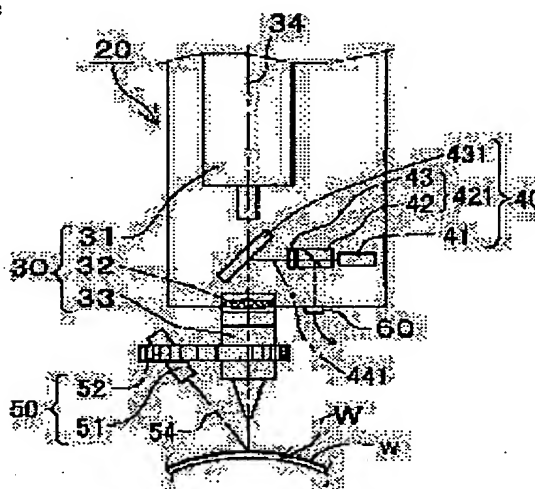
## (54) LASER PROCESSING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laser processing apparatus capable of easily identifying a state of perpendicularity against the surface of a processed work and a focal distance, through the sequences that reflecting light of pilot laser beam irradiating to a processed surface of the processed work is taken out, intensity of such reflecting light is measured, and eventually an irradiating axis of laser beam has optimal perpendicularity and an optimal focal distance against the processed surface when output caused by reflecting light shows the maximum value.

**SOLUTION:** The laser processing apparatus 10 is provided with a laser irradiating equipment 30 for processing irradiating laser beam for processing to the processed surface w of the processed work W, pilot laser irradiating equipment 40 and 50 irradiating the processed work W with pilot laser for robot teaching to, and a robot 50 integrally moving the above-described laser beam for processing and the irradiating axis 34 of

pilot laser. The apparatus is further provided with a detecting means 60 detecting intensity of reflecting light of pilot laser from the processed work W, and a teaching point is eventually settled when an irradiating point of irradiating light 44 and 54 of pilot laser and a detecting value for intensity of diffused light or scattered light 45 are maximized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

2/9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-340979

(P 2 0 0 1 - 3 4 0 9 7 9 A)

(43) 公開日 平成13年12月11日 (2001.12.11)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テラート* (参考)
B 2 3 K	26/00	B 2 3 K 26/00	P 4E068
	26/04	26/04	C
	26/08	26/08	H

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 9 頁)

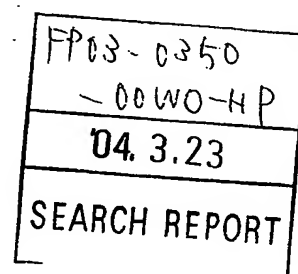
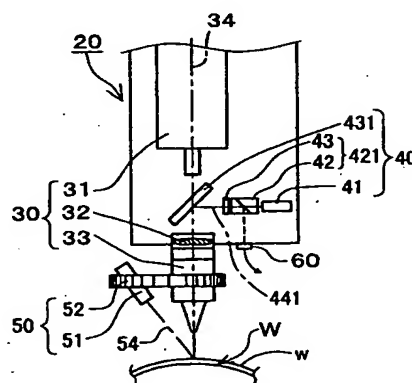
(21) 出願番号	特願2000-201774 (P2000-201774)	(71) 出願人	000110321 トヨタ車体株式会社 愛知県刈谷市一里山町金山100番地
(22) 出願日	平成12年7月4日 (2000. 7. 4)	(72) 発明者	北山 孝司 愛知県刈谷市一里山町金山100番地 トヨタ車体株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願 2 0 0 0 - 9 3 5 2 4 (P 2	(74) 代理人	100097009 弁理士 富澤 孝 (外 2 名)
(32) 優先日	0 0 0 - 9 3 5 2 4)	Fターム (参考)	4E068 CA09 CA12 CB04 CB10 CC01 CD08 CD12
(33) 優先権主張国	平成12年3月30日 (2000. 3. 30) 日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 被加工物の加工面に照射されたパイロットレーザの反射光を取り出して、この反射光の強度を測定することにより、反射光による出力が最大値を示すときが加工用レーザの照射軸が加工面に対して面直および焦点距離にあることを利用して、面直の状態や焦点距離が容易にわかるようにしたレーザ加工装置を提供すること。

【解決手段】 本発明に係るレーザ加工装置10は、被加工物Wの加工面wに加工用レーザを照射する加工用レーザ照射装置30と、被加工物Wにロボットティーチング用のパイロットレーザを照射するパイロットレーザ照射装置40、50と、上記加工用レーザおよびパイロットレーザの照射軸34を一体に移動させるロボット50とを備えるレーザ加工装置であって、上記パイロットレーザの被加工物Wからの反射光の強度を検出する検出手段60を設け、パイロットレーザの照射光44、54の照射ポイントと反射光または散乱光45の強度の検出値の最大値とにより、ティーチングのポイントを確定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザトーチの先端から被加工物の加工面に加工用レーザを照射する加工用レーザ照射手段と、被加工物にロボットティーチング用のパイロットレーザを照射する第1パイロットレーザ照射手段と、上記加工用レーザおよび上記パイロットレーザの照射軸を一体に移動させるロボットと、を備えるレーザ加工装置において、

上記加工用レーザの照射軸の上記加工面に対する角度を変化させていき、上記加工用レーザの照射軸が上記加工面に対して適正な角度となったとき、上記パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光の強度の検出値が最大となるような検出手段を設けたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】 請求項1に記載のレーザ加工装置において、

上記加工用レーザの照射軸の上記加工面に対する適正な角度は90度であることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項3】 請求項2に記載のレーザ加工装置において、

上記第1パイロットレーザ照射手段は、上記加工用レーザの光路と交差する方向に上記パイロットレーザを発射するパイロットレーザ発振装置と、上記加工用レーザの光路と上記パイロットレーザの光路の交点上に配設され、上記加工用レーザは透過し、上記パイロットレーザは上記透過した加工用レーザと光路が同じになるように反射する第1反射手段と、上記パイロットレーザ発振装置と上記第1反射手段との間に配置され、上記パイロットレーザの上記被加工物へ向かう照射光は透過し、上記パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光は入射方向と交差する方向に反射する第2反射手段と、を備えることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項4】 請求項3に記載のレーザ加工装置において、

上記第2反射手段は、上記パイロットレーザの照射光と同一位相の偏光は透過し、上記パイロットレーザの照射光と異なる位相の偏光は入射方向と交差する方向に反射する偏光ビームスプリッタと、

上記偏光ビームスプリッタと上記第1反射手段との間に配置されて、上記パイロットレーザの照射光と反射光または散乱光とを透過し、透過前の照射光と透過後の反射光または散乱光とに位相差を付与する位相板と、を備えることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項5】 請求項3乃至請求項4に記載のレーザ加工装置において、

上記加工用レーザの照射軸と、該加工用レーザの焦点位置で交差する方向にパイロットレーザを照射する第2パイロットレーザ照射手段を設けたことを特徴とするレー

ザ加工装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5に記載のレーザ加工装置において、

上記検出手段に、各パイロットレーザの反射光または散乱光の強度を表示する表示手段を接続したことを特徴とするレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被加工物を加工する加工用レーザ照射手段に、ロボットのティーチング時に被加工物の加工面に対するレーザトーチの面直度を、およびレーザトーチの先端と被加工物の加工面との距離を検知するための、それぞれのパイロットレーザ照射手段を備えるレーザ加工装置に関し、特に、上記各パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光の強度を検出する機能を付加したレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザを被加工物に照射して、被加工物を溶接したり、孔開けや切断、熱処理するために、レーザの照射軸を移動させるロボットを備え、予めティーチングされた軌跡にロボットを移動させて被加工物を加工するレーザ加工装置が活用されている。

【0003】 このようなロボットを備えたレーザ加工装置では、加工順序をロボットに教示するティーチング作業が不可欠である。ところで、このロボットへのティーチング作業を行うために、従来のレーザ加工装置では、図9に示すように、加工用レーザの照射軸84に直交する方向にロボットティーチング用のパイロットレーザ照射装置90を設けて、レーザトーチ200からワーク

(被加工物) Wにパイロットレーザを照射することにより、作業者は、そのパイロットレーザ(可視光)のワーク上の照射ポイントを見ながらロボットに加工させる順序をたどり、ロボットへのティーチングを行っていた。

【0004】 具体的には、図9に示す従来のレーザトーチ200は、CO<sub>2</sub>レーザ発振器である加工用レーザ発振装置81と、後述するパイロットレーザを反射するハーフミラー(ダイクロイックミラー)82と、加工用レーザ、パイロットレーザの焦点をワークW上に結ばせる対物レンズなどからなる集光装置83とで構成され、これらを同一の加工用レーザの照射軸84上に配置した加工用レーザ照射装置80と、この加工用レーザの照射軸84に交差し、この交差する方向からハーフミラー82にロボットティーチング用のパイロットレーザを照射する半導体レーザ発振器であるパイロットレーザ発振装置91からなるパイロットレーザ照射装置90とから構成されている。

【0005】 一方、加工用レーザでワークWを切断するような場合、加工用レーザはワークWの加工面wに対して垂直に照射すると最大の効率で切断できるが、例えばワークWの加工面wに斜めに加工用レーザを照射して、

その加工面wに対して傾斜して切断すると、見かけの板厚が大となり、加工用レーザ発振装置81の出力限度付近で切断するようなときに、切断できない場合が生ずる。すなわち、図10(A)に示すように、加工用レーザの照射軸84が、ワークWの曲面を呈する加工面wの接線vに対して垂直(面直)の状態では加工用レーザが照射される場合は、その切断深さはワークWの板厚tと同一となり、加工用レーザ発振装置81の出力はこの板厚tを想定して決めればよい。

【0006】しかし、図10(B)に示すように、加工用レーザの照射軸84が、接線vに対して角度 $\theta$ だけ傾斜した状態で加工用レーザが照射されると、その実質的な切断深さは $h = t / \cos \theta$ となり、ワークWの板厚tより大きくなる。したがって、加工用レーザ発振装置81の出力を前述の板厚tを想定して決定した場合には、出力不足となり、切断できない場合が生ずる。また、このような出力不足の状態では切断すると、図11に示すような断面の切断ダレが発生し、これが取付孔の場合には締付不良につながったりして品質上の問題となる恐れがある。

【0007】そこで、加工用レーザの照射軸84をワークWの加工面wに垂直にするために、従来は、集光装置83から照射されるパイロットレーザを見ながら、作業者の目視でレーザトーチ200を面直にするか、せいぜい直角ゲージなどを当てて面直を求めながらティーチング作業を行っていた。

【0008】さらに、ロボットへのティーチング作業には、ワークWの加工面wとレーザトーチ200との距離の正確さが要求される。すなわち、最も効率的にワークWを加工するために、加工用レーザをワークWの加工面wに焦点を合わせるように照射することが必要である。ところが、従来のティーチング作業におけるこの距離合わせは、上述した面直合わせ作業が完了したあと、図9に示すように、ワークWとレーザトーチ200の集光装置83の先端との間に所定高さの隙間ゲージGを挿入して行うため、一点一点のティーチングポイントにおいて、この距離の確認を行う必要があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところが、作業者の目視やゲージGによるパイロットレーザの加工面wに対する面直や焦点距離を確認しながらのティーチング作業では、正確な面直や距離が得られず、切断テストを行って切断の状態が好ましくない場合にはティーチング作業をやり直したり、また、正確な面直や距離を得るためには一点一点のティーチング作業に多大の時間がかかるなどの問題が生じていた。

【0010】そこで、本発明は、かかる課題を解決すべく、被加工物の加工面に照射されたパイロットレーザの、この加工面からの反射光または散乱光を取り出して、この反射光または散乱光の強度を測定することによ

り、反射光または散乱光による出力が最大値を示すときが加工用レーザの照射軸が加工面に対して面直および適正距離にあることを利用して、面直の状態や適正距離が容易にわかるようにしたレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係るレーザ加工装置は、レーザトーチの先端から被加工物の加工面に加工用レーザを照射する加工用レーザ照射手段と、被加工物にロボットティーチング用のパイロットレーザを照射する第1パイロットレーザ照射手段と、上記加工用レーザおよび上記パイロットレーザの照射軸を一体に移動させるロボットと、を備えるレーザ加工装置であって、上記加工用レーザの照射軸の上記加工面に対する角度を変化させていき、上記加工用レーザの照射軸が上記加工面に対して適正な角度となったとき、上記パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光の強度の検出値が最大となるような検出手段を設けたことを特徴とする。よって、レーザ加工装置のロボットのティーチングを行うためのパイロットレーザを、単に被加工物の加工面に照射するだけでなく、パイロットレーザを照射しながら加工用レーザの照射軸の加工面に対する角度を、検出手段の表示を見ながら変化させていき、加工面から入射してくるパイロットレーザの反射光または散乱光の強度の検出値が最大となったときに、加工用レーザの照射軸が加工面に対して適正な角度であることが明らかになるので、レーザトーチと被加工物の適正な角度を検出することが可能になり、加工用レーザの照射軸の最適な角度でのティーチングを短時間で行うことができる。

【0012】また、本発明に係るレーザ加工装置は、加工用レーザの照射軸の加工面に対する適正な角度は90度であることを特徴とする。よって、加工用レーザの照射軸を被加工物に対して面直(90度)の場合が、パイロットレーザの反射光または散乱光の強度が最大になるようにティーチングでき、正確なティーチングが短時間で可能になり、加工用レーザの最も効率的な状態での加工が可能となる。

【0013】また、本発明に係るレーザ加工装置は、上記第1パイロットレーザ照射手段は、上記加工用レーザの光路軸と交差する方向に上記パイロットレーザを発射するパイロットレーザ発振装置と、上記加工用レーザの光路軸と上記パイロットレーザの光路の交点上に配設され、上記加工用レーザは透過し、上記パイロットレーザは上記透過した加工用レーザと照射軸が同じになるように反射する第1反射手段と、上記パイロットレーザ発振装置と上記第1反射手段との間に配置され、上記パイロットレーザの上記被加工物へ向かう照射光は透過し、上記パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光は入射方向と交差する方向に反射する第2反射手段と、を備えることを特徴とする。よって、パイロットレ

レーザを加工用レーザの光路と交差する方向から照射し、パイロットレーザと加工用レーザの光路との交点に設けた第1反射手段により、パイロットレーザは加工用レーザと光路が同じになるように被加工物へ向かう方向に反射されて、被加工物上に照射される。パイロットレーザは被加工物上で反射し、その反射光または散乱光は加工用レーザの光路を戻って第1反射手段により直角に反射されてパイロットレーザ発振装置に向かって進むが、第2反射手段によりパイロットレーザの光路と交差する方向に反射されて、検出手段に入るので、パイロットレーザをパイロットレーザ発振装置から照射された照射光と、被加工物から反射してきた反射光または散乱光とを明確に分離して、反射光または散乱光を確実に取り出すことができる。

【0014】また、本発明に係るレーザ加工装置は、上記第2反射手段が、上記パイロットレーザの照射光と同一位相の偏光は透過し、上記パイロットレーザの照射光と異なる位相の偏光は入射方向と交差する方向に反射する偏光ビームスプリッタと、上記偏光ビームスプリッタと上記第1反射手段との間に配置されて、上記パイロットレーザの照射光と反射光または散乱光とを透過し、透過前の照射光と透過後の反射光または散乱光とに位相差を付与する位相板と、を備えることを特徴とする。よって、位相板により、パイロットレーザの照射光と該パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光とに位相差を付与するとともに、偏光ビームスプリッタにより、パイロットレーザの照射光の位相の偏光は透過し、パイロットレーザの照射光の位相と異なる位相の偏光となったパイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光を入射方向と交差する方向に反射するので、パイロットレーザをパイロットレーザ発振装置から照射された照射光と、被加工物から反射してきた反射光または散乱光とに明確に分離して、反射光または散乱光のみを確実に取り出すことができる。

【0015】また、本発明に係るレーザ加工装置は、上記加工用レーザの照射軸と、該加工用レーザの焦点位置で交差する方向にパイロットレーザを照射する第2パイロットレーザ照射手段を設けたことを特徴とする。よって、第2のパイロットレーザが被加工物を照射した点で、加工用レーザの照射軸の焦点位置と一致し、レーザトーチの先端開口の真下にくるので、その点で被加工物から反射した散乱光がレーザトーチに入り、上記した経路をたどって検出手段で検出されたときに、最大値を示し、このとき加工用レーザが被加工物の上面で焦点を結ぶため、レーザトーチと被加工物の表面との距離を適正に保ってティーチングでき、正確なティーチングが短時間で可能になる。

【0016】また、本発明に係るレーザ加工装置は、上記検出手段に、各パイロットレーザの反射光または散乱光の強度を表示する表示手段を接続したことを特徴とす

る。よって、検出手段により被加工物から反射してきた反射光または散乱光の強度を検出し、この検出手段に接続した表示手段により被加工物から反射してきた反射光または散乱光の強度を表示できるので、作業者はその表示手段を見ながら、表示値が最大を示す位置にレーザトーチを短時間に調整してロボットのティーチングを行うことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係るレーザ加工装置の一の実施の形態について図面を参照して以下に説明する。ここで、図1は、レーザ加工装置の全体を示した側面図であり、図2は、レーザ照射手段の部分断面図である。図3は、第1パイロットレーザ照射手段を示す部分断面図であり、図4は、第1パイロットレーザ照射手段の動作を説明する模式図である。また、図5乃至図8は、第2パイロットレーザ照射手段による適正距離の検知状況を示す図である。

【0018】（構成）まず、レーザ加工装置の全体の構成について説明する。図1に示すように、レーザ加工装置10は、ロボット110とそのロボットアーム111の先端に取り付けられたレーザトーチ20とから構成されている。ロボット110は通常の6軸ロボットであり、従来と変更がないので説明は省略する。本発明の特徴は、レーザトーチ20にあるので、これを詳細に説明する。

【0019】レーザトーチ20は、図2、図3に示すように、車両の樹脂バンパをワークW（被加工物）として、その加工面wに孔開け加工するための加工用レーザ照射手段としての加工用レーザ照射装置30と、ロボット110をティーチングするためにワークWの加工面wにパイロットレーザを照射する第1パイロットレーザ照射手段としての第1パイロットレーザ照射装置40と第2パイロットレーザ照射手段としての第2パイロットレーザ照射装置50から構成されている。

【0020】加工用レーザ照射装置30は、加工用レーザとして最大10.0WのCO<sub>2</sub>レーザを照射させる加工用レーザ発振装置31と、加工用レーザおよび第1パイロットレーザを集光レンズ32等によりワークWの加工面wに焦点を合わせて照射する集光装置33とから構成して、これら加工用レーザ発振装置31および集光装置33を加工用レーザの照射軸34と同一の一直線上に配置したものである。なお、この実施の形態では、加工用レーザの照射軸34と、加工用レーザ発振装置31から照射された加工用レーザの光路とは一致しているもので示したが、後述のハーフミラー431からワークWの間を照射軸34とし、加工用レーザ発振装置31からハーフミラー431の間を光路34として同一の符号で説明する。（加工用レーザの照射軸34と光路35を分けたものを、図9で後述する。）

【0021】つぎに、第1パイロットレーザ照射手段と

しての第1パイロットレーザ照射装置40は、パイロットレーザとして微弱な可視光レーザを加工用レーザの光路34と交差する方向のパイロットレーザの光路441に照射させる半導体レーザ発振器からなる第1パイロットレーザ発振装置41と、加工用レーザの光路34と第1パイロットレーザ発振装置41から発振されたパイロットレーザの光路441との交点上に配置され、加工用レーザは透過し、パイロットレーザは透過した加工用レーザと光路が同じになるように反射する第1反射手段としてのハーフミラー（ダイクロイックミラー）431と、第1パイロットレーザ発振装置41とハーフミラー431との間に配置され、パイロットレーザのワークWへ向かう照射光44は透過し、パイロットレーザのワークWからの反射光または散乱光45は入射方向と交差する方向に反射する第2反射手段としてのスプリッタ421とから構成されている。

【0022】このスプリッタ421は、パイロットレーザの照射光44と同一位相の偏光は透過するが、後述する1/4波長板43で位相差を付与され、ワークWの加工面wで反射して帰ってきたパイロットレーザの反射光または散乱光45を入射方向と交差する方向に反射して系外に取り出し、別に設けたセンサ60に送る偏光ビームスプリッタ42と、この偏光ビームスプリッタ42とハーフミラー431との間に配置されて、照射光44と反射光または散乱光45とが入射及び透過し、透過前の照射光44と透過後の反射光または散乱光45とに位相差を付与して確実に分離する位相板としての1/4波長板43とから構成している。

【0023】また、第2パイロットレーザ照射手段としての第2パイロットレーザ照射装置50は、微弱な可視光レーザを照射させる半導体レーザ発振器からなる第2パイロットレーザ発振装置51と、この第2パイロットレーザ発振装置51を、可視光レーザである第2パイロットレーザの照射光54が加工用レーザの焦点位置pで交差するように加工用レーザの照射軸34に対して角度 $\delta$ の傾斜角を保つように、集光装置33の外側に支持固定するブラケット52とから構成される。この集光装置33の先端から6mmの位置が、加工用レーザの焦点位置pに設定してある。

【0024】これらの第1パイロットレーザ照射装置40あるいは第2パイロットレーザ照射装置50から発振されたレーザがワークWの加工面wで反射して帰ってきた反射光または散乱光45を偏光ビームスプリッタ42により系外に取り出し、その反射光または散乱光45の強度を検出する検出手段としてのセンサ60が設けられ、このセンサ60には、ワークWの加工面wで反射して帰ってきた反射光または散乱光45の強度を表示する表示装置70が接続されている。表示装置70としてはセンサ60との組み合わせで、本実施の形態では電流計を用いたが、照度計、パソコン画面などを利用してもよい。

【0025】（作用）次に、上記のように構成されたレーザ加工装置10の作用としてティーチングを行う作業について説明する。まず、ロボット110のロボットアーム111の先端に取り付けられたレーザトーチ20の先端、すなわち集光装置33の先端を、孔明け加工をするワークWの加工面wの所定の位置に約6mmの間隔を離間して対向させる。そして、まず第1パイロットレーザ発振装置41を作動させて、第1のパイロットレーザの照射光44を照射させる。この照射光44は、図4で第1のパイロットレーザの照射光44に交差する両端黒点の単線で示すように、第1パイロットレーザ発振装置41から発射された当初は紙面に平行なP偏光の信号 $\alpha$ を呈している。

【0026】その後、照射光44は、偏光ビームスプリッタ42に入るが、この偏光ビームスプリッタ42はP偏光の信号 $\alpha$ はそのまま透過するので、照射光44はP偏光の状態で1/4波長板43に入る。すると、この1/4波長板43は直線偏光を円偏光に変換するので、紙面に平行なP偏光の信号 $\alpha$ を、この実施の形態では左回りの円偏光の信号 $\beta$ に変換する。照射光44は、この左回りの円偏光の信号 $\beta$ の状態でハーフミラー431に当たり、光路が加工用レーザの照射軸34と同じになるように反射して、集光装置33を経てワークWの加工面wに達する。ワークWの加工面wには、この照射光44が可視光線であるため、照射光44が照射されたポイントが照らし出される。作業者はこのポイントを、目的とする加工点に位置するようにロボットアーム111を案内する。しかし、まだティーチング位置の確定はしない。

【0027】目的とする加工点に位置するように照射された照射光44は、ワークWの加工面wのこの加工点で反射して、パイロットレーザの反射光または散乱光45として集光装置33内を逆行し、ハーフミラー431で反射されて1/4波長板43に入る。左回りの円偏光の信号 $\beta$ であった反射光45は、ワークWの加工面wで反射された時点で回転方向が逆転し、右回りの円偏光の信号 $\beta'$ となって1/4波長板43に入る。この右回りの円偏光の信号 $\beta'$ は1/4波長板43によって、直線偏光の信号に変換され、紙面に垂直な偏光の信号、すなわち、照射光44のP偏光の信号 $\alpha$ と90°位相の異なるS偏光の信号 $\gamma$ となって偏光ビームスプリッタ42に入る。

【0028】偏光ビームスプリッタ42は、その内部の反射面がP偏光の信号 $\alpha$ 、すなわち第1のパイロットレーザの照射光44は透過するが、これとは90°位相の異なるS偏光の信号 $\gamma$ 、すなわち反射光または散乱光45は透過せずに入射方向と交差する方向に反射する機能を有するので、S偏光の信号 $\gamma$ となった反射光または散乱光45は、この偏光ビームスプリッタ42の反射面で入射方向と交差する方向に反射されて、第1パイロットレーザ照射装置40の系外に取り出される。系外に取り



出された反射光または散乱光45は、光センサ60を照射する。光センサ60は、照射された反射光または散乱光45をその強度に応じた電流に変換し、光センサ60に接続された表示装置70としての電流計の針を振らせる。

【0029】反射光または散乱光45の強度は、図10(A)、(B)で説明したように、加工用レーザの照射軸34の加工面wに対する角度を変化させていき、加工用レーザの照射軸34が加工面wの接線vに90度(面直)で当たるとき(図10(A))は、上記パイロットレーザのワークWからの反射光または散乱光45は照射光44と略同一の強さで集光装置33内に入り、ハーフミラー421、1/4波長板43、偏光ビームスプリッタ42を経て最大の照度で系外に取り出されるが、図10(B)のように、照射光44が加工面wの接線vに角度 $\theta$ の傾斜で当たるときは、その反射光または散乱光45は集光装置33を逸れ、僅かに乱反射した散乱光だけが集光装置33に入って、これが反射光または散乱光45となって照度の低い状態で上記と同様に系外に取り出されるので、光センサ60などの検出装置により、反射光または散乱光45の強度の検出値が最大を示すとき、レーザトーチ20の角度が加工面wに対して面直であることが容易に判断できる。

【0030】したがって、ロボット110のティーチング作業を行う作業者は、前述の照射光44で照射されたポイントを、目的とする加工点に位置するようにロボットアーム111を案内するとともに、このロボットアーム111に取り付けられたレーザトーチ20の、ワークWの加工面wに対する角度を、表示装置70の針が最大値を示すように表示装置70を見ながら変化させていき、上記ポイントと表示装置70の最大値を確認してロボットアーム111を案内する。しかし、まだティーチング位置の確定はしない。

【0031】つぎに、第2パイロットレーザ発振装置51の作動に切り替えて、第2のパイロットレーザの照射光54を照射させる。すると照射光54は加工用レーザの照射軸34との角度 $\delta$ でワークWの加工面wを点pで照射する。図5に示すように、点pが加工用レーザの焦点位置、すなわち本実施の形態では集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が6mmで設定してあるが、第2のパイロットレーザがこの焦点位置を照射する場合は、照射光54がワークWの加工面wで反射した最多の散乱光が反射光または散乱光45となって、集光装置33内に入り、ハーフミラー32、1/4波長板43、偏光ビームスプリッタ42を経て光センサ60により系外に取り出され、表示装置70を後述する場合と比較して反射光または散乱光45の強度の検出値が最大となる状態で表示する。すなわち集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が設定距離6mmであることを示す。

【0032】一方、図6、図7に示すように、本実施の形態では、集光装置33の先端とワークWの加工面wとの設定距離6mmに対して、 $\pm 2$ mmの範囲で設定距離を許容している。その許容範囲を検知する方法として、まず、図6、図8に示すように、集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が焦点距離6mmより遠い場合を説明する。図8に詳細を示すように、照射光54はワークWの加工面wの点p1を照射するが、この点p1が、集光装置33の集光レンズ32の有効径Dと下端の開口縁の口径dとを結ぶ直線mの延長線上にある場合、すなわちワークWがW1より近い距離にある場合は、散乱光は反射光または散乱光45として集光装置33内に導入され、ハーフミラー32、1/4波長板43、偏光ビームスプリッタ42を経て光センサ60により系外に取り出され、表示装置70を作動させるが、開口縁の口径dから入る散乱光量はワークWが焦点距離にある場合より少ないので、表示装置70の指示値は小さい。また、ワークW1がさらに遠方に離れている場合は、その散乱光は、点p1と集光装置33の下端の開口縁とを結ぶ直線mより外側の斜線で示した部分に入るのみで、集光レンズ32に届かず、結果的に反射光または散乱光45となる散乱光を検知しないことになる。したがって、光センサ60を作動させないので、集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が焦点距離との許容範囲を外れていることを示す。

【0033】逆に、図7、図8に示すように、集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が焦点距離より近い場合には、上記と同様に照射光54はワークWの加工面wの点p2を照射するが、この点p2が、集光装置33の集光レンズ32の有効径Dと下端の開口縁の口径dとを結ぶ直線nの延長線上にある場合、すなわちワークWがW2より遠い距離にある場合は、散乱光は反射光または散乱光45として集光装置33内に導入され、ハーフミラー32、1/4波長板43、偏光ビームスプリッタ42を経て光センサ60により系外に取り出され、表示装置70を作動させるが、開口縁の口径dから入る散乱光量はワークWが焦点距離にある場合より少ないので、表示装置70の指示値は小さい。また、ワークW2がさらに近づきすぎている場合は、その散乱光は、点p2と集光装置33の下端の開口縁とを結ぶ直線nより外側の斜線で示した部分に入るのみで、集光レンズ32に届かず、結果的に反射光または散乱光45となる散乱光を検出しないことになる。したがって、光センサ60を作動させないので、集光装置33の先端とワークWの加工面wとの距離が焦点距離との許容範囲を外れていることを示す。

【0034】すなわち、ワークWがワークW1とワークW2との距離K(この実施の形態では、 $6\text{mm} \pm 2\text{mm} = 10\text{mm}$ )の範囲内にあるときは、その散乱光を反射光または散乱光45として検出するが、この許容範囲を



超えた場合は検出しない。このように、ワークWの加工面wとレーザトーチ20との距離とその許容範囲を設定する条件として、集光レンズ32の有効径D、集光装置33の下端の開口縁の口径d、集光レンズ32と集光装置33の下端の開口縁との距離、第2のパイロットレーザの照射角度等を決めることにより、レーザトーチ20とワークWの加工面wとの距離を加工用レーザの焦点距離に設定してティーチングできる。したがって、表示装置70を見ながら、表示装置70が最も明るくなるようにロボットアーム111を案内して、レーザトーチ20を設定位置に置き、上述の面直とともに焦点距離に位置決めして、ロボットティーチング位置を最終的に確定する。

【0035】このように、レーザ加工装置10のロボットティーチング用としての第1パイロットレーザ照射装置40に、単にワークWの加工面wに照射光44を照射してポイントを明示するだけではなく、ワークWの加工面wから反射してくる反射光または散乱光45を導入し、分離して系外に取り出す偏光ビームスプリッタ42と1/4波長板43を設けるとともに、取り出された反射光または散乱光45を電流値等に変換する光センサ60とその表示装置70を設けたので、ロボットのティーチングを行う際に、第1のパイロットレーザによるポイントの明示だけでなく、反射して帰ってきた第1のパイロットレーザの強度の検出値が最大となるように表示装置70を見ながらレーザトーチ20のワークWの加工面wに対する角度を調整できるので、ワークWの加工面wに対するレーザトーチ20の角度を面直になるようにティーチングポイントを短時間で確定することが可能となった。

【0036】さらに、集光装置33の外側に加工用レーザの照射軸34と交差する第2パイロットレーザ照射装置50を設け、ワークWの加工面wから反射する散乱光を反射光または散乱光45として導入し、上記と同一の経路で光センサ60とその表示装置70を作動させて、レーザトーチ20とワークWの加工面wとの距離を調整できるので、レーザトーチ20の先端を加工用レーザの焦点位置に設定してティーチングポイントを短時間で確定することが可能となった。したがって、レーザトーチ20の出力限度付近での加工が可能となり、設備能力の最適化が図れる。

【0037】なお、本発明は前記実施の形態のものに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、前記実施の形態では、加工用レーザ発振装置やハーフミラー、集光装置をまとめてロボットアームの先端に取り付けた例を示したが、レーザ発振装置はロボットの固定部に取り付け、レーザをロボットアームに取り付けたミラーに反射させて先端の集光装置に導くようにしたものであってもよい。その一つの実施の形態として、図9に示すように、加工用レ

ーザ発振装置31から照射された加工用レーザを、光路35を通りハーフミラー431（第1反射手段）は透過してミラー432で反射させ、光路441を通してミラー433で反射させて、照射軸34を通して先端の集光装置33に導くようにしてもよい。したがって、この場合、ワークWの表面wからの各パイロットレーザの反射光又は散乱光45は、照射軸34を通してミラー433で反射し、光路441を通り、ミラー432とハーフミラー431で反射してスプリッタ421（第2反射手段）に入り、反射してセンサ60を照射する。

【0038】また、センサに光センサを、表示装置に電流計を用いた例を示したが、これに限られず、照度計、出力計やパソコン画面などでも可能である。特に、取り出した各パイロットレーザの反射光による出力をデジタル化して数値として順次パソコンに記憶させ、その中から最大値を求め、その最大値となるロボットアームの位置を最適値としてティーチング位置を確定する手段を採用してもよい。また、加工用レーザとして、CO<sub>2</sub>レーザの例を示したが、YAGレーザのものであってもよい。

【0039】

【発明の効果】本発明は、レーザトーチの先端から被加工物の加工面に対して垂直に加工用レーザを照射する加工用レーザ照射手段と、被加工物にロボットティーチング用のパイロットレーザを照射する第1パイロットレーザ照射手段と、上記加工用レーザおよび上記パイロットレーザの照射軸を一体に移動させるロボットと、を備えるレーザ加工装置であって、上記加工用レーザの照射軸と、該加工用レーザの焦点位置で交差する方向にパイロットレーザを照射する第2パイロットレーザ照射手段を設け、上記加工用レーザの照射軸の上記加工面に対する角度ならびにレーザトーチと加工面との距離を変化させていき、上記加工用レーザの照射軸が上記加工面に対して適正な角度およびレーザトーチと加工面との距離が加工用レーザの焦点距離となったとき、上記パイロットレーザの被加工物からの反射光または散乱光の強度の検出値が最大となるような検出手段を設けたので、レーザ加工装置のロボットのティーチングを行うためのパイロットレーザを、単に被加工物の加工面に照射するだけでなく、その加工面から反射してくるパイロットレーザを取り出すことが可能になり、取り出したパイロットレーザの強度すなわち、レーザトーチの加工面に対する角度並びに距離を面直の状態および焦点距離でティーチングのポイントを短時間で確定することが可能となった。したがって、加工用レーザを常に最大の出力限度付近で使用しても、確実に加工することが可能となり、設備能力の最適化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一の実施の形態に係るレーザ加工装置の全体を示した側面図である。

【図2】本発明の一の実施の形態に係るレーザ照射手段の部分断面図である。

【図3】本発明の一の実施の形態に係る第1パイロットレーザ照射手段を示す部分断面図である。

【図4】本発明の一の実施の形態に係る第1パイロットレーザ照射手段の動作を説明する模式図である。

【図5】本発明の一の実施の形態に係る第2パイロットレーザ照射手段を用いて、最適距離にある状態を示す側面断面図である。

【図6】本発明の一の実施の形態に係る第2パイロットレーザ照射手段を用いて、離れた位置にある状態を示す側面断面図である。

【図7】本発明の一の実施の形態に係る第2パイロットレーザ照射手段を用いて、近すぎる位置にある状態を示す側面断面図である。

【図8】本発明の一の実施の形態に係る第2パイロットレーザ照射手段の散乱光の入射範囲を示す模式図である。

【図9】本発明の他の実施の形態に係るレーザ照射手段の部分断面図である。

【図10】従来のレーザ照射手段の部分断面図である。

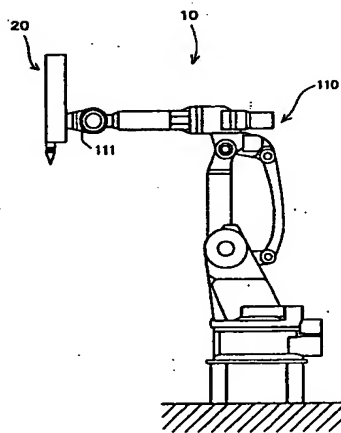
【図11】加工用レーザの照射軸と被加工物の加工面との角度を表す断面図で、(A)は面直の状態、(B)は傾斜した状態を示す。

【図12】切断ダレの発生した状態の拡大断面図である。

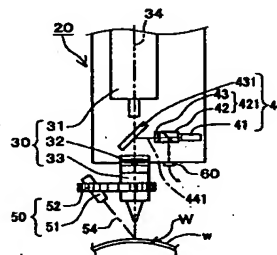
【符号の説明】

10	レーザ加工装置
20	レーザトーチ
30	加工用レーザ照射装置（加工用レーザ照射手段）
31	加工用レーザ発振装置
32	集光レンズ
40	第1パイロットレーザ照射装置（第1パイロットレーザ照射手段）
41	第1パイロットレーザ発振装置
421	スプリット（第2反射手段）
42	偏光ビームスプリッタ
43	1/4波長板（位相板）
431	ハーフミラー（第1反射手段）
50	第2パイロットレーザ照射装置（第2パイロットレーザ照射手段）
51	第2パイロットレーザ発振装置
52	ブラケット
60	センサ（検出手段）
70	表示装置（表示手段）
110	ロボット
W	ワーク（被加工物）

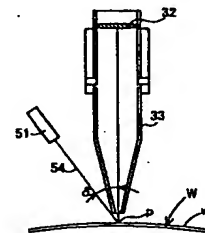
【図1】



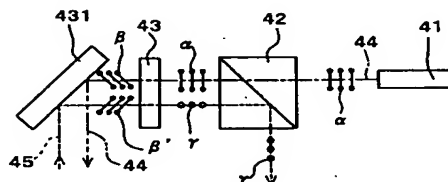
【図2】



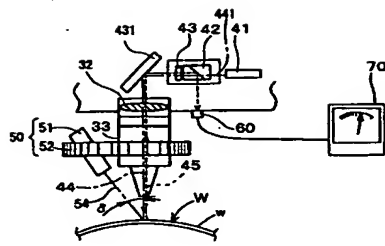
【図5】



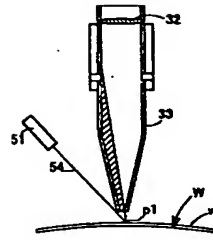
【図4】



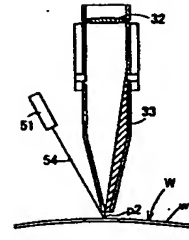
【図3】



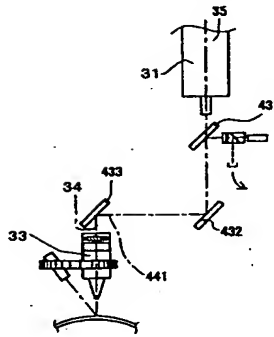
【図6】



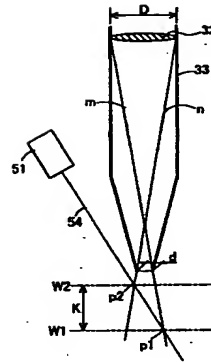
【図7】



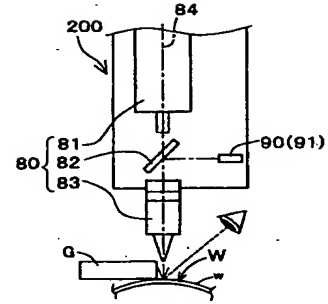
【図8】



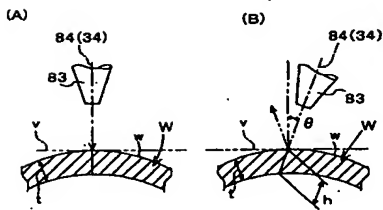
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

